

PRODUKSI UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* PADA KARAMBA JARING APUNG DENGAN PADAT TEBAR BERBEDA DI SELAT KEPULAUAN SERIBU***PRODUCTION OF WHITE SHRIMP Litopenaeus vannamei IN FLOATING CAGE SYSTEM WITH DIFFERENT STOCKING DENSITY AT THOUSAND ISLAND STRAIT*****Sophia N.M. Fendjlang^{1*}, Tatag Budiardi², Eddy Supriyono², dan Irzal Effendi²³**¹Sekolah Pascasarjana, P.S. Ilmu Akuakultur, IPB, Bogor²Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB, Bogor³Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut, IPB, Bogor*E-mail: sophiafendjlang@gmail.com**ABSTRACT**

The aim of this study was to analyze the survival rate, growth, and haemolymph glucose level of white shrimp as a physiological responses at floating cage cultured on different stock density, in Seribu Islands Strait. White shrimp used in this study contained approximate weight of 1.0 ± 0.06 g and length of 5.0 ± 0.03 cm from Nusa Karamba Hatchery in Seribu Island. White shrimp was maintained in 90 days, feed with ± 36.28 % protein content 4 times each day with feeding rate (FR) of 7%. Water qualities and shrimp growth measurements was conducted every 10 days. Haemolymph glucose sampling was performed in the beginning and at the end of the experiment. Result showed that treatment with stock density of 250 shrimp/m² had a better survival rate of 30.33% and feed conversion ratio of 1.13 than other treatments. Physiological response in the form of glucose hemolymph also showed a better response in the 250 ind./m² stock density of 41.87 mg/dl indicating that the white shrimp did not experience a significant stress.

Keywords: *Litopenaeus vannamei, sea floating cages, stock density, strait waters, Seribu Islands.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan kadar glukosa hemolim sebagai respons fisiologi udang vaname pada pemeliharaan dengan sistem teknologi keramba jaring apung (KJA) di laut dengan padat tebar yang berbeda pada Selat Kepulauan Seribu. Udang vaname yang digunakan memiliki bobot rata-rata $1,0 \pm 0,06$ g dan panjang $5,0 \pm 0,03$ cm yang berasal dari Hatchery Nusa Karamba di Kepulauan Seribu. Udang vaname dipelihara selama 90 hari, diberi pakan dengan kadar protein $\pm 36,28$ % sebanyak empat kali sehari dengan FR 7%. Pengukuran kualitas air dan sampling pertumbuhan udang dilakukan setiap 10 hari, pengambilan sampel glukosa hemolim dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Hasil analisis kinerja produksi menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar 250 ekor/ m² memiliki kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu masing-masing sebesar 30,33% dan 1,13. Parameter respon fisiologis berupa glukosa hemolim menunjukkan respons yang lebih baik pada padat tebar 250 ekor/m² yaitu sebesar 41,87 mg/dl, dimana nilai ini menunjukkan bahwa udang vaname tidak mengalami stres.

Kata kunci: *Litopenaeus vannamei*, KJA laut, padat tebar, perairan selat, kepulauan seribu.

I. PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) adalah salah satu spesies udang yang bernilai ekonomis dan merupakan salah satu komoditas unggulan nasional. Udang vaname

memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan udang windu, yaitu dapat dipelihara dengan kisaran salinitas yang lebar (0,5-45 ppt), dapat ditebar dengan kepadatan yang tinggi hingga lebih dari 150 ekor/m², lebih resisten terhadap kualitas ling-

kungan yang rendah, dan waktu pemeliharaan lebih pendek yakni sekitar 90-100 hari per siklus (Hudi dan Shahab 2005). Udang vaname yang dipelihara pada air laut memiliki kandungan protein yang tinggi, rendah kadar air sehingga membuat tekstur daging udang lebih padat, dan ekstrak dari udang yang dibudidayakan pada air laut memiliki kandungan umami yang tinggi membuat rasa udang menjadi lebih gurih, memiliki rasa yang manis dan tidak mengandung *off-flavor* (Liang *et al.*, 2008). Selain rasa, kandungan nutrisi udang ini lebih baik dibandingkan udang air tawar atau payau serta memiliki pasar yang bagus, baik domestik maupun ekspor dengan harga dua kali lipat dibandingkan udang air tawar atau payau (Stickney, 2000).

Pemanfaatan wilayah laut sebagai lokasi budidaya perlu ditingkatkan, karena secara langsung akan mengurangi beban pemanfaatan lahan darat dan kawasan mangrove dan pesisir sebagai lokasi budidaya. Potensi laut Indonesia seluas 12.545.072 ha baru dimanfaatkan hanya sebesar 178.435 ha (KKP, 2014). Lokasi untuk membudidayakan udang di laut bisa mengacu kepada kriteria untuk marikultur, yakni perairan laut terlindung berupa teluk, selat dan perairan terumbu karang (gosong) (Effendi *et al.*, 2016). Selat adalah celah air yang relatif sempit yang menghubungkan dua badan perairan yang lebih besar dan merupakan daerah perairan yang biasanya dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai kegiatan perikanan termasuk budidaya terutama pada daerah yang didominasi oleh pulau-pulau kecil. Pada umumnya karakteristik perairan selat yaitu memiliki sirkulasi dan arus air yang relatif lebih kuat akibat penyempitan masa air dengan kandungan oksigen terlarut tinggi (Effendi *et al.*, 2016). Namun sirkulasi perairan dan kondisi fisika-kimia pada perairan selat akan sedikit berbeda untuk setiap lokasi bergantung pada topografi perairan selat itu berada.

Pemanfaatan wilayah laut terutama perairan selat sebagai lokasi budidaya udang vaname dengan menggunakan karamba ja-

ring apung (KJA) dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas perairan umum. Selama ini pemanfaatan laut sebagai lokasi budidaya dengan menggunakan KJA masih terbatas untuk budidaya ikan. Pemanfaatan KJA di laut sebagai lokasi budidaya udang masih jarang dilakukan dan masih dalam tahap percobaan. Zarain-Herzberg *et al.* (2006) melakukan penelitian untuk mengevaluasi padat tebar dan penggunaan KJA sebagai wadah budidaya udang vaname pada perairan estuari, tahap pendederan menggunakan padat tebar 950-1600 ekor/m², tahap pembesaran menggunakan 45 dan 180 ekor/m². Penelitian yang sama juga terus dilakukan dengan meningkatkan padat tebar menjadi 200-300 ekor/m² dan 250-580 ekor/m² (Zarain-Herzberg *et al.*, 2010).

Budidaya udang vaname dengan menggunakan KJA memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan budidaya udang di tambak. Keuntungan tersebut antara lain pergantian air yang terjadi terus menerus, lahan produksi yang luas, limbah padatan dan tersuspensi tidak terakumulasi di sekitar karamba, rendahnya rasio konversi pakan karena adanya pakan alami yang dapat membantu memenuhi kebutuhan nutrisi udang, serta tidak membutuhkan tambahan energi untuk pergantian air dan aerasi (Zarain-Herzberg *et al.*, 2010).

Upaya untuk membudidayakan udang di laut dengan KJA merupakan salah satu solusi untuk mengurangi beban pemanfaatan wilayah darat dan pesisir. Namun demikian, upaya ini akan dihadapkan pada masalah stres yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Oleh karena itu, penelitian budidaya udang vaname dengan KJA di laut terutama pada perairan selat perlu dilakukan untuk menentukan padat tebar optimum pada budidaya udang vaname, serta pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname pada perairan selat sebagai lokasi budidaya melalui kajian fisiologis.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Juli sampai Oktober 2015, di PT. Nusa Ayu Karamba pada perairan selat antara Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya, Kepulauan Seribu (Gambar 1).

2.2. Rancangan Penelitian

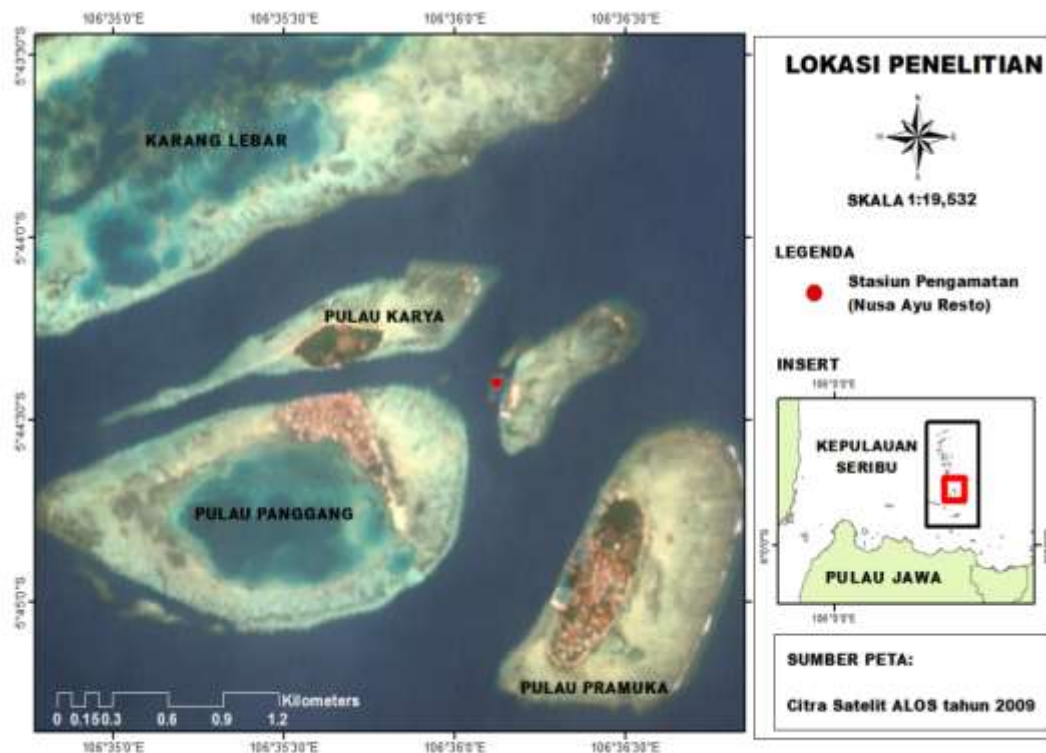
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode percobaan lapangan dan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan yang digunakan pada penelitian adalah padat tebar, yaitu padat tebar 250 ekor/m² (A), 500 ekor/m² (B), dan 750 ekor/m² (C).

2.3. Persiapan Wadah

Penelitian ini terdiri atas dua bagian, yaitu persiapan wadah dan pemeliharaan. Wadah yang digunakan adalah karamba jaring apung. Karamba menggunakan rangka

berbahan *prime grade polyethylene* (PE) dan berdiameter 355 mm. Rangka berwarna biru cerah dan memiliki papan jalan (*track*) berbahan PE. KJA dilengkapi dengan jangkar besi cor dengan bobot 50 kg, tiap jangkar diikat dengan tali berbahan PE berdiameter 20 mm dan tiap jaring dilengkapi dengan besi pemberat seberat 5 kg pada masing-masing sudut.

Penelitian ini menggunakan 9 kotak karamba dengan kedalaman jaring 2 m pada perairan selat dengan kedalaman 15 m pada perairan selat antara Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya, Kepulauan Seribu. Jaring yang digunakan terdiri dari dua lapis yaitu jaring luar dan jaring dalam. Jaring luar berukuran 4 m x 4 m berbahan PE dengan ukuran mata jaring (*mesh size*) 7 mm. Jaring dalam berukuran 4 m x 4 m, menggunakan hapa dengan mata jaring berukuran 5 mm. Jaring dua lapis digunakan untuk menghindari predator dan untuk memudahkan ketika melakukan pergantian jaring.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

Jaring anco digunakan sebagai *feeding tray* berbentuk bulat terbuat dari pipa PE dengan diameter 1,2 m dan dilapisi hapa dengan ukuran mata jaring 2 mm. Jaring anco yang digunakan sebanyak 1 buah untuk masing-masing jaring.

2.4. Penebaran Benih

Udang vaname yang digunakan memiliki bobot rata-rata $1,0 \pm 0,06$ g dan panjang $5,0 \pm 0,03$ cm yang berasal dari Hatchery Nusa Karamba di Kepulauan Seribu. Benih yang digunakan sebelumnya telah didederkan dengan menggunakan teknologi bioflok selama 30 hari. Udang vaname ditebar pada KJA sebanyak 4.000 ekor untuk perlakuan 250 ekor/m², 8.000 ekor untuk perlakuan 500 ekor/m² dan 12.000 ekor untuk perlakuan 750 ekor/m².

2.5. Pemeliharaan

Pemeliharaan pada penelitian ini dilakukan selama 90 hari. Selama pemeliharaan dilakukan pengukuran kualitas air, pemberian pakan, pengambilan sampel udang, serta pergantian jaring anco dan jaring karamba. Jaring anco diganti setiap 10 hari sekali, sedangkan untuk jaring karamba diganti sekali yaitu pada hari ke 60. Pakan yang diberikan berupa pelet tenggelam dengan kandungan protein 36,28%. Pakan diberikan dengan cara meletakkan pada jaring anco yang kemudian anco diturunkan secara perlahan dan diletakkan di bagian tengah jaring hingga mendekati dasar jaring dengan *feeding rate* 7% biomassa per hari. Frekuensi pemberian pakan sebanyak 4 kali sehari pada pukul 06.00, 11.00, 16.00 dan 21.00 WIB.

2.6. Pengambilan dan Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan selama penelitian meliputi panjang dan bobot udang, sedangkan untuk data jumlah udang dilakukan pada awal dan akhir masa pemeliharaan. Kemudian data diolah untuk mendapatkan nilai berbagai parameter produksi yang meliputi: derajat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan spesifik, laju pertumbuhan bobot mut-

lak, koefisien keragaman dan rasio konversi pakan. Sebagai data pendukung dilakukan pengukuran harian terhadap kualitas air yang meliputi parameter suhu, kecepatan arus, pH, salinitas, dan oksigen terlarut. Parameter kualitas air lainnya seperti amonia, nitrat, dan nitrit diukur pada awal dan akhir masa pemeliharaan. Udang yang diukur panjang dan bobotnya diperoleh dari sampel masing-masing ulangan dan perlakuan sebanyak 50 ekor.

Derajat kelangsungan hidup (SR) adalah perbandingan jumlah udang pada awal pemeliharaan dengan jumlah udang yang hidup pada akhir masa pemeliharaan. Perhitungan derajat kelangsungan hidup dilakukan di akhir perlakuan dengan rumus berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana: SR=derajat kelangsungan hidup (%), N_t = jumlah udang akhir (ekor), N_0 =jumlah udang awal (ekor).

Laju pertumbuhan biomassa adalah perubahan biomassa rata-rata dari awal sampai akhir pemeliharaan. Laju pertumbuhan biomassa dihitung menggunakan rumus:

$$LPB = \frac{B_t - B_0}{t} \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana: LPB=laju pertumbuhan biomassa (g/hari), B_t =biomassa akhir (g), B_0 = biomassa awal (g), t =lama pemeliharaan (hari).

Laju pertumbuhan bobot mutlak adalah perubahan bobot rata-rata individu dari awal sampai akhir pemeliharaan. Pertumbuhan bobot mutlak dihitung menggunakan rumus:

$$LPB_m = \frac{W_t - W_0}{t} \quad \dots\dots\dots (3)$$

dimana: LPBm=laju pertumbuhan bobot mutlak (g/hari), W_t =bobot rata-rata pada akhir pemeliharaan (g), W_0 =bobot rata-rata

pada awal pemeliharaan (g), t=waktu pemeliharaan (hari).

Koefisien Keragaman merupakan Variasi ukuran dalam penelitian ini berupa variasi bobot dinyatakan dalam koefisien keragaman (KK). KK dihitung dengan menggunakan rumus:

$$KK = \frac{S}{Y} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

dimana: KK=koefisien keragaman bobot (%), S=simpangan baku, Y= rata-rata contoh.

Rasio konversi pakan diukur pada akhir perlakuan selama 90 hari. Rasio konversi pakan selama penelitian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$FCR = \frac{F}{(W_t + W_m) - W_0} \dots\dots\dots (5)$$

dimana: FCR=rasio konversi pakan, F= jumlah pakan (g), W_t =biomassa udang pada akhir penelitian (g), W_m =biomassa udang yang mati (g), W_0 =biomassa udang pada awal penelitian (g).

Produksi adalah bobot total udang yang dipanen pada akhir pemeliharaan. Produksi udang dihitung menggunakan rumus:

$$P = \hat{w} \times n \dots\dots\dots (6)$$

dimana: P=produksi (kg), \hat{w} =bobot rata-rata (g), n = Jumlah udang (ekor).

Kadar glukosa diukur dengan metode Wedemeyer dan Yatsuke (1997). Sampel glukosa yang dianalisis diperoleh dari hasil gerusan udang yang telah dicampur dengan antikoagulan dan disentrifus dengan kecepatan 6000 rpm untuk mendapatkan 10 µl sampel dan selanjutnya sampel ditambahkan ke dalam 3,5 mL reagen warna ortho-toluidin dalam asam asetat glasial. Campuran tersebut dimasukkan dalam air mendidih selama 10 menit. Setelah didinginkan dalam suhu ruang, konsentrasi glukosa hemolim diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 635 nm. Selanjutnya

nilai absor-bansinya dikonversi menjadi kadar glukosa dalam mg/100 mL. kadar glukosa hemolim dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Wedemeyer dan Yatsuke (1997) yaitu:

$$[GD] = \left[\frac{AbsSp}{AbsSt} \times [GSt] \right] \dots\dots\dots (7)$$

dimana: GD=konsentrasi glukosa darah (mg/dl), AbsSp=absorbansi sampel, AbsSt=absorbansi standar, GSt=konsentrasi glukosa standar (mg/dl).

2.7. Analisis Data

Data hasil pengamatan dihitung untuk mendapatkan parameter yaitu kelangsungan hidup, laju pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan biomassa, konversi pakan, koefisien keragaman, produksi, glukosa cairan tubuh, serta parameter kualitas air. Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan Microsoft Excel 2010 dan SPSS 16.0 data parameter yang diamati dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) pada taraf uji 5%. Analisis ini dilakukan untuk menentukan pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati. Apabila berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf uji 5% untuk menentukan perbedaan antar perlakuan. Parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif dengan penyajian Tabel 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kualitas Air

Budidaya udang vaname harus memperhatikan kualitas air sama seperti budidaya komoditas lainnya karena udang vaname akan mampu tumbuh dengan baik jika kondisi lingkungan sesuai dengan kemampuan hidupnya. Hasil pengamatan kualitas air selama pemeliharaan udang vaname di laut dengan menggunakan KJA meliputi suhu, pH, salinitas, arus, DO, nitrit dan arus disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian.

Parameter	Satuan	Alat
Arus	m/s	Flowatchmeter
Suhu air	°C	Termometer
Salinitas	ppt	Refraktometer
pH	unit	pH-meter
Oksigen terlarut	mg/l	DO-meter
Amonia	mg/l	Spektrofotometer
Nitrit	mg/l	Spektrofotometer

Tabel 2. Kisaran kualitas air selama pemeliharaan dengan padat tebar 250 ekor/m², 500 ekor/m² dan 750 ekor/m².

Parameter	Perlakuan (ekor/m ²)		
	250	500	750
Arus (m/s)	0,14-0,56	0,14-0,56	0,14-0,56
Suhu (°C)	28,3-29,7	28,3-29,8	28,3-29,4
pH	8,6-9,3	8,6-9,3	8,6-9,3
Salinitas (ppt)	32-34	32-34	32-34
DO (mg/L)	5,2-8,1	4,1-8,5	5,1-8,1
TAN (mg/L)	0,000-0,267	0,000-0,245	0,000-0,565
Nitrit (mg/L)	0,000-0,019	0,000-0,014	0,000-0,016

Pada umumnya budidaya udang dilakukan pada perairan dengan arus yang relatif lebih tenang seperti pada perairan teluk (Zarain-Herzberg *et al.*, 2006; Solanski *et al.*, 2012) dan pada laguna di perairan estuari (Peixoto *et al.*, 2013), namun pemilihan lokasi selat antara perairan Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya dilakukan dengan pertimbangan bahwa perairan selat merupakan daerah perairan yang biasanya dimanfaatkan oleh nelayan untuk berbagai kegiatan perikanan termasuk kegiatan budidaya, terutama pada daerah-daerah yang didominasi oleh pulau-pulau kecil.

Pada perairan pesisir seperti selat, teluk dan daerah pulau-pulau kecil, proses *flushing* oleh arus terjadi secara harian dan berlangsung cepat (Beveridge 2004). Pergantian air akibat adanya *flushing* dalam karamba berperan dalam mengurangi kekeruhan air dan kandungan nitrogen terlarut (Price *et al.*, 2015), sirkulasi air, pembawa bahan terlarut dan tersuspensi, jumlah kelarutan oksigen, membawa atau membilas sisa pakan dan

mempengaruhi tingkah laku dan pertumbuhan organisme budidaya (Beveridge, 2004). Namun kelemahan dari keberadaan arus yang cukup kuat pada KJA yaitu mempengaruhi keberadaan pakan dalam jaring. Menurut Stickney (2000), pakan yang diberikan kepada udang vaname rentan terbawa arus keluar jaring sebelum dimanfaatkan oleh udang.

Menurut Sachoemar (2008) kecepatan arus di Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya pada waktu pasang purnama sebesar 5-49 cm/detik sedangkan Kecepatan arus pada lokasi pemeliharaan udang vaname berkisar antara 0,14-0,56 m/s (Tabel 2). Secara umum kecepatan arus yang optimal untuk budidaya ikan dengan menggunakan KJA berkisar antara 0,1-0,6 m/s (Beveridge 2004) sedangkan kecepatan arus untuk budidaya ikan menurut SNI (2014) yaitu 0,2-0,25 m/s.

Kecepatan arus pada lokasi penelitian lebih tinggi dari kriteria kecepatan arus untuk budidaya ikan. Kecepatan arus yang tinggi ini mempengaruhi kelangsungan hidup dan daya tahan tubuh udang terhadap tekanan

dari lingkungan, dan menyebabkan udang kelelahan sehingga menjadi lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan walaupun arus dan gelombang telah sedikit diredam oleh terumbu karang yang berjarak sekitar ± 60 m dari arah timur pada lokasi penempatan KJA. Hal ini sesuai dengan Zhang *et al.* (2011) yang mengemukakan bahwa peningkatan kecepatan arus dari 0,054 m/s menjadi 0,114 m/s akan menurunkan kadar glukosa dan protein hemolim udang vaname, selain itu perubahan kecepatan arus, suhu dan salinitas juga akan membatasi kemampuan renang udang.

Suhu merupakan faktor lingkungan yang penting untuk kegiatan budidaya udang karena mempengaruhi metabolisme, pertumbuhan, konsumsi oksigen, siklus molting, respons imun dan kelangsungan hidup (Ferreira *et al.*, 2011). Suhu air dalam KJA selama penelitian berkisar antara 28,3-29,8°C (Tabel 2). Kondisi tersebut masih dalam kisaran normal untuk budidaya udang vaname seperti yang dinyatakan oleh Hernandez *et al.* (2006) bahwa udang vaname dapat dibudidayakan dari air tawar hingga air laut dengan kisaran suhu antara 27-30°C.

Nilai pH air laut selama pemeliharaan udang vaname berkisar antara 8,6-9,3 (Tabel 2). Menurut Ferreira *et al.* (2011) pertumbuhan optimal udang yang dibudidaya di laut dengan kisaran pH 6-9. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa nilai optimum pH pada lokasi pemeliharaan sedikit lebih tinggi dari kisaran pH optimal bagi pertumbuhan udang.

Siklus hidup secara alami dari udang vaname terjadi di laut dan estuari. Hal ini yang menyebabkan udang vaname mampu beradaptasi pada kisaran salinitas yang lebar. Salinitas air laut mempengaruhi tekanan osmotik air yang mempengaruhi kemampuan osmoregulasi dari udang vaname. Nilai Salinitas air laut pada lokasi pemeliharaan udang vaname dalam KJA berkisar antara 32-34 ppt masih termasuk dalam kisaran toleransi udang vaname untuk hidup dan tumbuh. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pillay (1990),

bahwa udang vaname memiliki kemampuan toleransi yang cukup besar terhadap kadar salinitas karena merupakan spesies eurihaline dan dapat bertahan pada salinitas dengan kisaran 0-50 ppt dan kisaran suhu 22-32°C. Menurut Hernandez *et al.* (2006), juvenil *L.vannamei* memiliki kisaran salinitas 15,7-31,1 ppt.

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas terhadap kehidupan dalam air, sehingga bila ketersediaannya dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Kebutuhan oksigen pada udang vaname menurut Zhang *et al.* (2006) dipengaruhi oleh bobot tubuh, suhu, salinitas, pH, dan pakan karena memiliki efek yang signifikan terhadap level DO letal pada udang vaname. Kandungan oksigen terlarut (DO) selama penelitian yaitu 4,1-8,5 mg/L termasuk dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan udang vaname sesuai dengan pernyataan Ferreira *et al.* (2011), bahwa kadar DO yang diperlukan dalam pertumbuhan udang dalam kegiatan budidaya antara 4,0-6,0 mg/L. Selanjutnya menurut Ferreira *et al.* (2011), pertumbuhan udang akan terhambat dan dilanjutkan dengan kematian jika kadar DO dalam perairan di bawah 2,0 mg/L.

Pada budidaya intensif, amonia merupakan bahan buangan yang bersifat beracun yang dihasilkan oleh biota yang dibudidaya (Lin dan Chen 2003). Boyd (1982) mengemukakan bahwa amonia dapat meningkatkan penggunaan oksigen pada jaringan, merusak insang, dan menurunkan kemampuan darah dalam mengangkut oksigen. Kandungan amonia dalam suatu perairan dipengaruhi oleh pH dan suhu, yaitu semakin tinggi nilai pH maka nilai amonia juga akan semakin tinggi. Konsentrasi amonia yang tinggi akan berdampak pada pertumbuhan udang vaname, molting, dan konsumsi oksigen. Kandungan TAN air laut selama pemeliharaan udang vaname berkisar 0,000-0,565 mg/L dan kandungan amoniak (NH₃) berkisar dari 0,000-0,102 mg/L. Nilai ini masih dalam kisaran kadar amonia yang mampu diterima

oleh udang, karena kadar maksimumnya adalah sebesar 0,2 mg/L (Ferreira *et al.*, 2011).

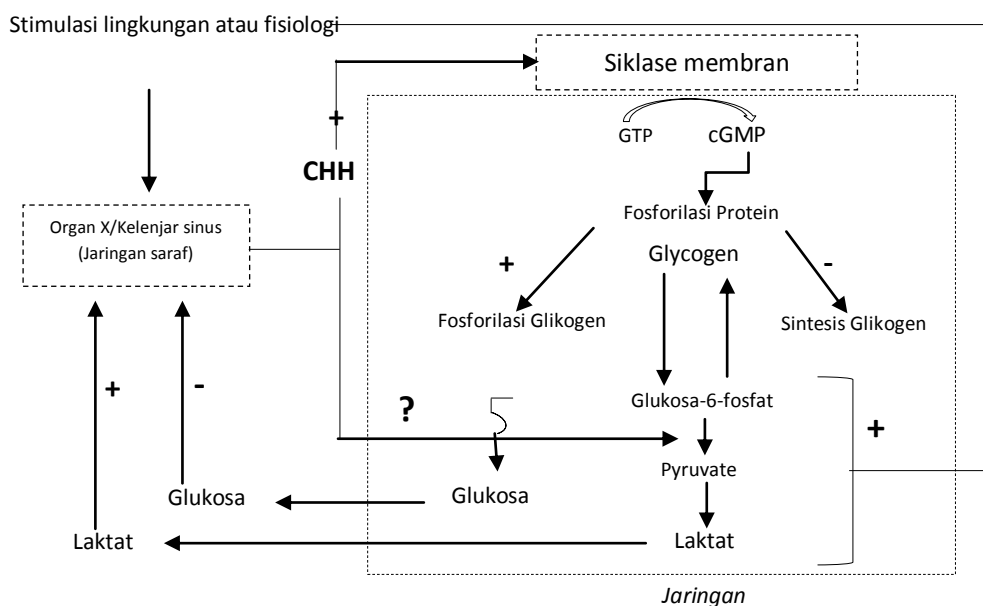
Nitrit merupakan hasil oksidasi dari ammonia dengan bantuan bakteri Nitrisomonas. Menurut Ferreira *et al.* (2011) nilai nitrit maksimum yang disarankan untuk pemeliharaan udang vaname, yaitu pada kadar 0,2 mg/L. Nilai nitrit selama pemeliharaan berkisar antara 0,000-0,019 (Tabel 2) sehingga masih di bawah kisaran maksimum bagi pemeliharaan udang vaname.

3.2. Fisiologi

Stres digunakan sebagai indikator kesehatan karena mempengaruhi proses fisiologi dan daya tahan tubuh terhadap penyakit. Respons stres terjadi ketika udang berada pada kondisi lingkungan yang mengalami perubahan di luar batas kemampuan toleransi fisik. Menurut Chung *et al.* (2010), sama seperti hewan pada umumnya, krustasea menghadapi kondisi lingkungan yang mempengaruhi kondisi fisiologi dan menyebabkan stres dengan memanfaatkan energi dari proses glikolisis yang diatur oleh *crustacean hyperglycemic hormone* (CHH). CHH berfungsi meningkatkan kadar glukosa hemolim

dan konsentrasi laktat dalam mobilisasi cadangan glikogen intraselular, metabolisme karbohidrat dan lipid, proses reproduksi, osmoregulasi dan molting (Stentiford *et al.*, 2001; Elwood *et al.*, 2009; Aparicio-Simon *et al.*, 2010; Wanlem *et al.*, 2011).

Kadar glukosa diatur di dalam tubuh sebagai umpan balik negatif untuk mempertahankan homeostasis di dalam tubuh. Ketika tubuh membutuhkan energi yang lebih besar untuk mempertahankan homeostasis tubuh terhadap perubahan eksternal akan menyebabkan penurunan kadar glukosa dalam hemolim, maka hepatopankreas akan melepaskan CHH yang kemudian akan diubah menjadi glukosa sebagai hasil dari proses gliko-genolisis untuk meningkatkan glukosa hemo-lim (Hastuti *et al.*, 2004) (Gambar 2). Kondisi stres pada krustasea ditunjukkan dengan peningkatan kadar glukosa hemolim tertinggi, seperti pada *Helix pomatia* mencapai 14,41 mg/dl (Bislami *et al.*, 2013), 13,20 mg/dl pada *Astacus leptodactylus* (Gulec and Aksu 2012), 80 mg/dl pada *Penaeus monodon* (Rustam *et al.*, 2013) dan 45 mg/dl pada udang *Litopenaeus vannamei* (Aparicio-Simon *et al.*, 2010).



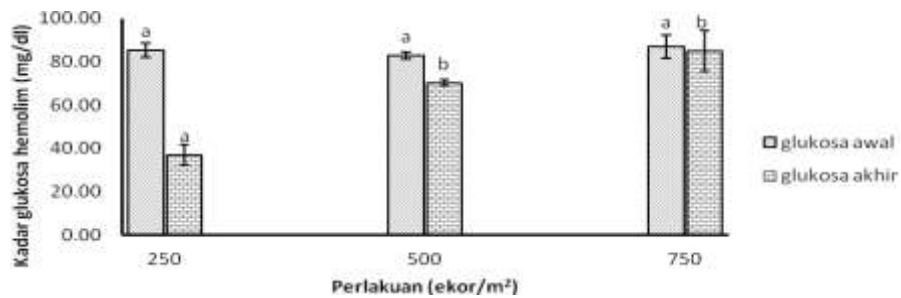
Gambar 2. Mekanisme kadar CHH darah oleh glukosa dan laktat dan efek fisiologisnya. + stimulasi, - inhibitor (Santos and Keller, 1993).

Pada awal penelitian, kadar glukosa hemolim secara keseluruhan mempunyai kecenderungan lebih tinggi yaitu berkisar pada $82,88 \pm 1,54$ – $86,91 \pm 5,46$ mg/dl. Hal ini disebabkan udang vaname mengalami stres pada saat pendederan dengan padat tebar tinggi dan *handling* awal untuk ditebar pada KJA pembesaran. Stres terjadi karena adanya perubahan kondisi lingkungan yang baru, seperti perubahan suhu, dan perpindahan. Hal ini sesuai dengan Rustam (2013) yang menyatakan bahwa stres dapat disebabkan oleh lingkungan, pakan dan budidaya dengan padat tebar tinggi. Menurut Hastuti *et al.* (2003) stres menyebabkan peningkatan kadar glukosa hemolim (hiperglisemia). Hasil pemeliharaan udang selama 90 hari pada Gambar 3 menunjukkan kadar glukosa yang berbeda nyata antar perlakuan 250 ekor/m² dan dua perlakuan lainnya. Padat tebar 250 ekor/m² menunjukkan kadar glukosa mengalami penurunan yaitu sebesar $36,85 \pm 4,67$ mg/dl dibandingkan dengan padat tebar 500 ekor/m² dan 750 ekor/m² yang masing-masing sebesar $70,19 \pm 4,24$ mg/dl dan $84,99 \pm 9,43$ mg/dl. Penurunan kadar glukosa pada padat tebar 250 ekor/m² disebabkan udang vaname telah beradaptasi dengan lingkungan yang baru dan selama masa pemeliharaan udang vaname dapat memanfaatkan ruang dan pakan secara maksimal dibandingkan dengan padat tebar yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil terlihat bahwa semakin tinggi padat tebar, kadar glukosa hemolim tubuh semakin tinggi selain itu perbedaan kadar glukosa hemolim menunjukkan bahwa tingginya kompetisi dalam pemanfaatan ruang dan pakan serta pengaruh lingkungan sehingga menyebabkan udang dengan padat tebar 500 ekor/m² dan 750 ekor/m² menjadi lebih stres.

3.3. Kinerja Produksi

Kelangsungan hidup adalah parameter utama dalam kegiatan budidaya untuk memproduksi suatu komoditas dan merupakan penentu keberhasilan produksi tersebut. Nilai kelangsungan hidup yang tinggi menunjukkan keberhasilan produksi pada

suatu kegiatan budidaya. Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa tingkat kelangsungan hidup udang vaname pada perlakuan padat tebar yaitu dengan pa-dat tebar 250 ekor/m², berbeda nyata dengan perlakuan 500 ekor/m² dan 750 ekor/m² ($p < 0,05$), dimana padat tebar 250 ekor/m² memiliki kelangsungan hidup lebih tinggi dibandingkan padat tebar lainnya. Jika dibandingkan dengan pembesaran udang vaname padat tebar 200-300 ekor/m² pada KJA dengan luas 9 m² oleh Zarain-Herzberg *et al.* (2006) yang menghasilkan kelangsungan hidup 77-81%, dan budidaya udang vaname di tambak intensif dengan SR 80-85% (Ditjen Budidaya, 2016), kelangsungan hidup pada penelitian ini tergolong rendah. Hal ini diduga karena padat tebar yang tinggi menyebabkan kompetisi dalam pemanfaatan ruang dan pakan sehingga menyebabkan stres, yang kemudian mempengaruhi daya tahan tubuh dan kelangsungan hidup. Kondisi perairan yang berarus cukup kuat turut mempengaruhi pemanfaatan energi untuk bertahan terhadap kondisi lingkungan. Menurut Rustam (2013), glukosa hemolim udang sebagai respons stres akan mengalami fluktuasi saat terjadi gangguan eksternal dan internal seperti kondisi lingkungan yang ekstrim, pemeliharaan dengan padat tebar tinggi maupun infeksi penyakit. Udang yang tidak mampu bertahan akan menjadi sensitif dan lemah sehingga mudah mati menjadi mangsa dari udang yang lebih besar dan sehat. Pada padat tebar tinggi dengan kondisi udang yang lemah menyebabkan meningkatnya kanibalisme. Hal ini sesuai dengan Pascual (1989) yang menyatakan bahwa udang termasuk golongan omnivora namun akan menjadi kanibal yaitu memangsa sesama jenis bila kualitas pakan rendah dan tidak mencukupi jumlahnya. Walaupun pada penelitian sebelumnya belum ada yang menyimpulkan bahwa padat tebar mempengaruhi kelangsungan hidup udang, namun dalam penelitian ini ditemukan bahwa semakin tinggi padat tebar, kelangsungan hidup udang vaname yang dipelihara dengan menggunakan KJA semakin rendah.



Gambar 3. Glukosa hemolim udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan padat tebar 250 ekor/m², 500 ekor/m² dan 750 ekor/m². Huruf-huruf diatas tiap balok data menunjukkan perbandingan nilai tengah pada tiap perlakuan berdasarkan uji beda nyata terkecil pada taraf nyata 0,05.

Tabel 3. Parameter produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) ada padat tebar berbeda selama 90 hari pemeliharaan.

Parameter	Perlakuan ekor/m ²		
	250	500	750
Kelangsungan Hidup (%)	30,33±5,50 ^a	20,00±6,24 ^b	13,33±3,05 ^b
Laju Pertumbuhan Biomassa (g/hari)	2,13±0,01 ^a	2,20±0,04 ^a	2,01±0,09 ^a
Laju Pertumbuhan Bobot Mutlak (g/hari)	0,11±0,05 ^a	0,12±0,01 ^a	0,11±0,02 ^a
Rasio Konversi Pakan	1,13±0,10 ^a	2,21±0,22 ^b	3,45±0,07 ^c
Koefisien Keragaman (%)	4,68±0,01 ^a	6,91±0,04 ^a	5,04±0,70 ^a
Produksi (kg/m ²)	1,01±0,61 ^a	1,40±1,42 ^b	1,33±2,14 ^b

*Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang Duncan).

Pertumbuhan merupakan salah satu komponen penting dalam produktivitas. Berdasarkan Tabel 3, laju pertumbuhan bobot mutlak dan laju pertumbuhan biomassa tidak berbeda nyata antar perlakuan ($p>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa padat tebar tidak mempengaruhi laju pertumbuhan udang vaname yang dipelihara dengan menggunakan KJA di perairan selat antara Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya. Hasil pertumbuhan tidak berbeda nyata antar perlakuan diduga karena pemberian pakan dengan *feeding rate* yang sama untuk setiap perlakuan yaitu sebanyak 7% biomassa per hari. Bobot rata-rata akhir setelah 90 hari pemeliharaan pada perlakuan 250 ekor/m², 500 ekor/m² dan 750 ekor/m² masing-masing sebesar 11,82 g, 12,06 g dan 11,72 g. Hasil ini

berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Budiardi *et al.* (2005) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), Solanki *et al.* (2012) pada *spiny lobster* (*Panulirus polyphagus*), Peixoto *et al.* (2013) pada *pink shrimp* (*Farfantepenaeus brasiliensis*), yang menyatakan bahwa pertumbuhan udang dipengaruhi oleh kepadatan udang yang dipelihara. Budidaya udang vaname di tambak dengan salinitas 15-20 ppt, menggunakan padat tebar 60 ekor/m² selama 109 hari menghasilkan laju pertumbuhan bobot sebesar 0,15 g/hari (Subyakto *et al.* 2009). Pembesaran udang vaname oleh Zarain-Herzberg *et al.* (2006) menggunakan KJA pada perairan estuari dengan padat tebar 200-300 ekor/m² selama 58 hari juga menghasilkan pertumbuhan bobot yang lebih tinggi yaitu sebe-

sar 0,18 g/hari. Laju pertumbuhan tersebut jika dibandingkan dengan budidaya di perairan selat dengan salinitas yang tinggi memang lebih lambat. Hal ini diduga karena energi yang dimanfaatkan untuk bertahan terhadap kondisi lingkungan laut lebih besar jika dibandingkan dengan kondisi perairan di tambak yang relatif lebih terkontrol.

Konversi pakan merupakan jumlah pakan yang diberikan (kg) untuk menghasilkan 1 kg bobot tubuh ikan. Semakin besar nilai konversi pakan maka semakin banyak pakan yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 kg daging udang dalam kegiatan budidaya. Menurut Effendi (2004) ada beberapa faktor yang mempengaruhi konversi pakan, yaitu spesies (kebiasaan makan dan ukuran), kualitas air (oksigen, suhu, pH, dan amonia), dan pakan (kualitas dan kuantitas). Hasil analisis ragam untuk konversi pakan menunjukkan bahwa padat tebar berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai konversi pakan antar perlakuan. Nilai konversi pakan pada padat tebar 250 ekor/m², 500 ekor/m², dan 750 ekor/m² masing-masing sebesar 1,13, 2,21 dan 3,45. Semakin tinggi padat tebar udang vaname dalam wadah pemeliharaan, menyebabkan semakin tingginya nilai konversi pakan. Hal ini akibat kondisi stres terhadap tingginya padat tebar serta kondisi lingkungan sehingga nilai konversi pakan semakin meningkat. Menurut Cuzon *et al.* (2004) pemanfaatan pakan oleh udang akan lebih efektif jika udang mampu mengkonsumsi dalam 2 jam. Berdasarkan pengamatan visual selama pemeliharaan udang vaname pada KJA, udang vaname sangat responsif terhadap pakan yang diberikan, bahkan pakan yang diberikan dihabiskan dalam waktu yang cukup singkat yaitu ± 2 jam setelah pemberian pakan. Udang membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menghabiskan pakan jika anco diletakkan dekat permukaan terutama pada siang hari. Hal ini sesuai dengan Goddard (1996) yang menyatakan bahwa selama siang hari ketika suhu tinggi, udang cenderung berada bagian kolam yang lebih dalam dan sejuk dan lebih aktif pada malam hari. Oleh karena itu

posisi dan jumlah anco pada jaring harus disesuaikan dengan kebiasaan makan udang dan luas jaring pemeliharaan.

Koefisien keragaman bobot menggambarkan tingkat keragaman bobot udang pada akhir pemeliharaan, yaitu semakin tinggi nilai koefisien keragaman maka tingkat keseragaman bobot semakin kecil. Koefisien keragaman dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas pakan, serta lama pemanfaatan pakan. Koefisien keragaman bobot udang yang dipelihara pada padat tebar 250 ekor/m², 500 ekor/m², dan 750 ekor/m² masing-masing sebesar 4,68, 6,91 dan 5,04 dan tidak berbeda nyata antar perlakuan ($p > 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar tidak mempengaruhi koefisien keragaman bobot, sehingga udang vaname pada penelitian ini cenderung memiliki ukuran yang seragam.

Produksi merupakan tujuan utama dari kegiatan budidaya yang diharapkan mampu dihasilkan udang dalam jumlah dan bobot yang besar sehingga mendapatkan keuntungan secara ekonomi. Hasil pemeliharaan udang selama 90 hari dengan menggunakan KJA pada Tabel 3 menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan 250 ekor/m² dan dua perlakuan lainnya. Produksi udang yang dipelihara pada padat tebar 250 ekor/m², 500 ekor/m², dan 750 ekor/m² masing-masing sebesar 1,01, 1,40 dan 1,33 kg/m². Dari hasil terlihat bahwa padat tebar 250 ekor/m² walaupun memiliki kelangsungan hidup yang tinggi, konversi pakan yang rendah namun memiliki nilai produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan padat tebar 500 ekor/m² dan 750 ekor/m². Hasil ini disebabkan karena padat tebar 250 ekor/m² memiliki jumlah individu yang lebih rendah dibandingkan dengan padat tebar 500 ekor/m² dan 750 ekor/m² sedangkan padat tebar 500 ekor/m² dan 750 ekor/m² memiliki jumlah penebaran yang lebih tinggi sehingga walaupun memiliki kelangsungan hidup yang rendah namun tetap akan menghasilkan produksi yang lebih besar dibandingkan dengan padat tebar 250 ekor/m².

IV. KESIMPULAN

Budidaya udang vaname pada perairan selat antara Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya Kepulauan Seribu dengan kondisi perairan yang memiliki arus yang cukup kuat yakni sebesar 0,14-0,56 m/s menunjukkan hasil berbeda untuk masing-masing perlakuan. Padat tebar 250 ekor/m² memiliki kelangsungan hidup yang lebih tinggi (30,33%), rasio konversi pakan yang lebih rendah (1,13) dan kadar glukosa hemolim yang lebih rendah (36,85 mg/dl) dibandingkan dengan perlakuan padat tebar 500 ekor/m² dan 750 ekor/m². Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa padat tebar 250 ekor/m² merupakan padat tebar yang optimal untuk budidaya udang di perairan selat, karena padat tebar ini memiliki kelangsungan hidup yang lebih tinggi, konversi pakan dan kadar glukosa yang lebih rendah sehingga dapat memberikan kinerja produksi yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Riset didanai oleh DIKTI-Riset melalui skema penelitian Institusi LPPM-IPB melalui PKSPL. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini hingga selesai. Ucapan senada juga saya sampaikan kepada PT. Nusa Ayu Karamba yang telah memberikan bantuan dalam proses pengumpulan data. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada anonymous reviewer yang telah banyak memberi masukan dan komentar untuk memperbaiki tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aparicio-Simon, B., M. Pinon, R. Racotta, and I.S. Racotta. 2010. Neuroendocrine and metabolic responses of pasific whiteleg shrimp *Litopenaeus*

vannamei exposed to acute handling stress. *Aquaculture*, 289:308-314.

Beveridge, M.C.M. 2004. Cage aquaculture 3th (eds.). Fishing news books LTD. Farnham, Surrey. England. 352p.

Bislimi, K., A. Behluli, J. Halili, I. Mazreku, and F. Osmanil. 2013. Comparative analysis of some biochemical parameters in hemolymph of garden snail (*Helix pomatia* L.) of the Kastriot and Ferizaj Regions, Kosovo. *International J. of Engineering and Applied Sciences*, 4(6):11-18.

Budiardi, T., A. Muzaki, and N.B.P. Utomo. 2005. Produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak bio-crete dengan padat penebaran yang berbeda. *J. Akuakultur Indonesia*, 4(2):109-115.

Boyd, C.E. 1982. Water quality management in pond fish culture. International center for aquaculture experiment stasion. Res. Dev. Series no. 22. 30p.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2014. Standar nasional Indonesia. 6487.4: 2014 (ID).

Chung, J.S., N. Zmora, H. Katayama, N. Tsutsui. 2010. Crustacean hyperglycemic hormone (CHH.) neuropeptides family: functions, titer, and binding to target tissues. *General and Comparative Endocrinology*, 166:447-454.

Cuzon, G., A. Lawrence, G. Gaxiola, J. Guillaume. 2004. Nutrition of *Litopenaeus vanamnei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*, 235:513-551.

Effendi, I., A.M. Suprayudi, I.W. Nurjaya, E.H. Surawidjaja, E. Supriyono, M.Z. Junior, and Sukenda. 2016. Kriteria oseanografi dan kualitas air lokasi budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dalam karamba jarring apung di laut. *J. ilmu Kelautan dan Teknologi Laut Tropis*.

Elwood, W.R., S. Barr, and L. Patterson. 2009. Pain and stress in crustacean. *Applied Animal Behavior Science*, 118:128-136.

- Ferreira, N.C., C. Bonetti, and W.Q. Seiffert. 2011. Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture*, 318:425-433.
- Goddard, S. 1996. *Feed management in intensive Aquaculture*. New York (US). Chapman and Hall. 36-40pp.
- Gulec, A.K. and O. Aksu. 2012. Effect of handling on physiological profiles in Turkish Crayfish *Astacus leptodactylus*. *World J.l of Fish and Marine Sciences*, 4(6):684-688.
- Hastuti, S., I. Mokoginta, D. Dana, and T. Sutardi. 2004. Resistensi terhadap stres dan respons imunitas ikan gurami (*Osphronemus Gouramy*, Lac.) yang diberi pakan mengandung kromium ragi. *J. Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(1):15-21.
- Hastuti, S., E. Supriyono, I. Mokoginta, and Subandiyono. 2003. Respon glukosa darah ikan gurami (*Osphronemus gouramy*, LAC.) terhadap stres perubahan suhu lingkungan. *J. Akuakultur Indonesia*, 2(2):73-77.
- Hernandez, M.R., F.R.L. Buckle, E. Palacios, and B.S. Baron. 2006. Prefential behavior of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) by progressive temperature-salinity simultaneous interaction. *J. Thermal Biology*, 31:565-572.
- Hudi, L., and A. Shahab. 2005. Optimasi produktivitas budidaya udang vaname (*Litopenaeus vanamei*) dengan menggunakan metode respon surface dan non linear programming. Prosiding Seminar Nasional manajemen Teknologi II. Hlm.:28.1-28.9.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP]. 2016. Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2014. www.sidatik.kkp.go.id. [diunduh 19 Feburari 2015].
- Liang, M., S. Wang, J. Wang, Q. Chang, and K. Mai. 2008. Comparison of flavor components in shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured in sea water and low salinity water. *Fisheries Science*, 74:1173-1179.
- Pascual, F.P. 1989. Nutrition and feeding of *Penaeus monodon*. SEAFDEC Aquaculture Departement. (3rd Ed.). Tigbauan, Iloilo, Phillippines. Extention Manua. 2-5pp.
- Peixoto, S., D.L. De Alcantara Lopez, AND W. Wasielesky. 2013. Estuarine cage culture of pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* at diffrent stocking density. *J. of Shellfish Research*, 32(2):559-563.
- Pillay, T.V.R., 1990. Aquaculture principles and practices. Fishing new book. London. Oxford. 428p.
- Rustam, Hartinah, K. Jusoff, S.T. Hadijah, and Ilmiah. 2013. Characteristic of haemolymphs juvenile Tiger Prawn, *Penaeus monodon* (Fabricus) reared in ponds. *World Applied Science J.*, 26:82-88
- Price, C., K.D. Black, B.T. Hargrave, J.A. Morris. 2015. Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. *Aquaculture Environment Interactions*, 6: 151-174.
- Sachoemar, S.I. 2008. Karakteristik lingkungan perairan Kepulauan Seribu. *J. Akuakultur Indonesia*, 4(2):109-114
- Santos, E.A., R. Keller. 1993. Regulation of circulating levels of the crustacean hyperglycemic hormone: evidence for a dual feedback control system. *J. of Comparative Physiology B*, 163:374-379.
- Senarath, U., C. Visvanathan. 2001. Environmental issues in brackish water shrim aquaculture in Sri Lanka. Springer-Verlag. New York. Inc. *Environmental Management* 27(3):335-348.
- Solanki, Y., K.L. Jetani, S.I. Khan, A.S. Kotiya, N.P. Makawana, and M.A. Rather. 2012. Effect of stocking density on growth and survival rate of spiny lobster *Panulirus polyphagus* in cage

- culture system. *International j. of aquatic science*, 3(1):3-14.
- Stentiford, G.D., E.S. Chang, S.A. Chang, and D.M. Neil. 2001. Carbohydrate dynamics and the crustacean hyperglycemic hormone (CHH): effects of Parasitic Infection in Norway Lobsters (*Nephrops norvegicus*). *General and Comparative Endocrinology*, 121:13-22.
- Stickney, R.R. 2000. Encyclopedia of aquaculture. A Wiley-Interscience John Wiley & Sons, Inc. United State of Amerika. 804pp.
- Subyakto, S., D. Sutende, M. Afandi, and Sofiati. 2009. Budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) semi intensif dengan metode sirkulasi tertutup untuk menghindari serangan virus. *J. Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(2):121-127.
- Wanlem, S., K. Supamattaya, C. Tantikitti, P. Prasertsan, and P. Graidist. 2011. Expression and applications of recombinant crustacean hyperglycemic hormone from eyestalks of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against bacterial infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 30:877-885.
- Zarain-Herzberg, M., A.I. Campa-Cordova, and R.O. Cavalli. 2006. Biological viability of producing white shrimp *Litopenaeus vannamei* in sea water floating cage. *Aquaculture*, 259:283-289.
- Zarain-Herzberg, M., I. Fraga, and A. Hernandez-Llamas. 2010. Advances in intensifying the cultivation of the shrimp *Litopenaeus vannamei* in floating cages. *Aquaculture*, 300:87-92.
- Zhang, P.D., X.M. Zhang, and J. Li. 2006. The effect of body weight, temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture*, 256:579-587.
- Zhang, P.D., X.M. Zhang, and J. Li. 2010. Physiological responses to swimming fatigue of juvenile white-leg shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to different current velocities, temperatures and salinities. *African J. of Biotechnology*, 10(5):851-853.
- Diterima* : 26 Februari 2016
Direview : 7 April 2016
Disetujui : 20 Juni 2016